

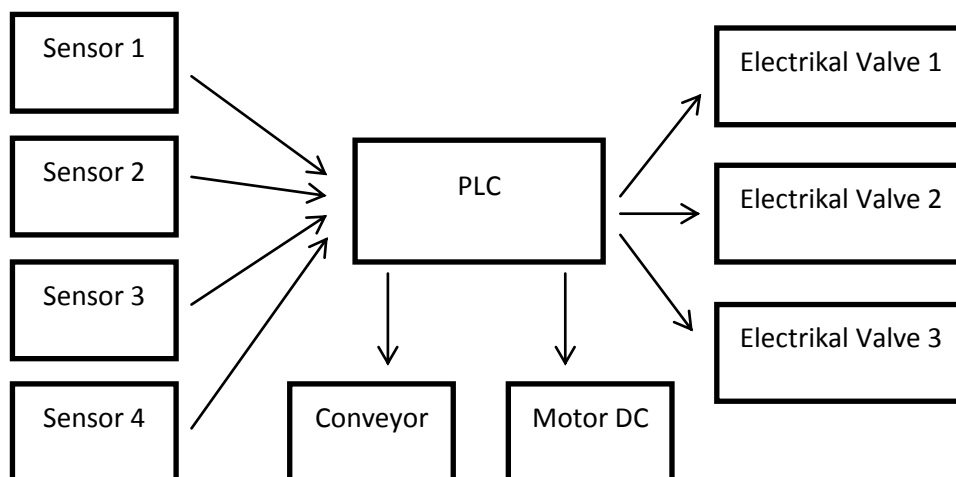
BAB III

PERANCANGAN DAN APLIKASI KONTROL MESIN PEMISAH BARANG

Bab ini membahas mengenai perancangan trainer yang berupa *input* dan *output device* PLC OMRON CP1L, rangkaian sensor *optocoupler*, Instalasi *Electropneumatic*, *conveyor*, dan *ladder diagram* PLC.

A. Diagram Blok Sistem

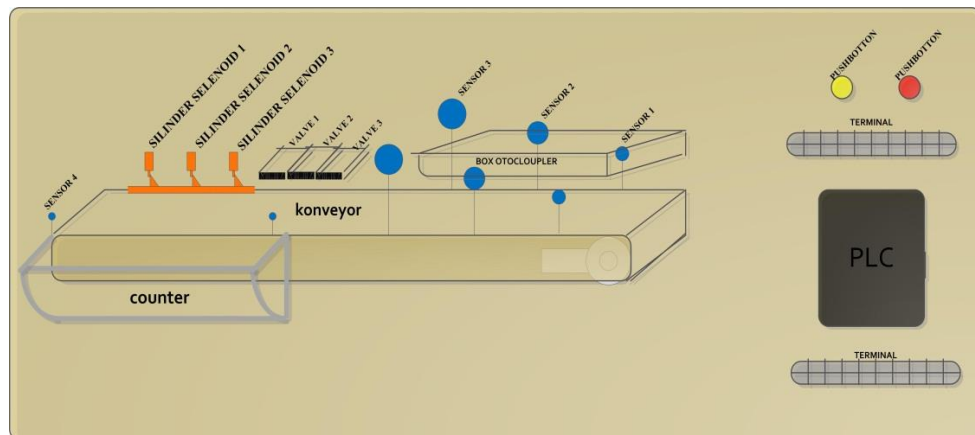
Diagram blok sistem dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3.1 Diagram Blok Sistem

B. Deskripsi Kerja Alat

Deskripsi kerja alat dimaksudkan sebagai acuan dari perancangan alat yang akan dibuat agar dalam perancangan tetap terarah dan sesuai dengan tujuan penelitian. Secara umum alat kontrol mesin pemisah barang bekerja dengan cara memisah barang berdasarkan ukurannya. Agar alat bekerja secara otomatis maka seluruh *system* pada alat kontrol mesin pemisah barang dihubungkan dengan perangkat *system* kendali yaitu PLC Omron CP1L. Berikut gambar 3.2 rancangan kontrol mesin pemisah barang menggunakan komponen *electropneumatic* berbasis *programmable logic controller*.



Gambar 3.2 Sketsa Kontrol Mesin Pemisah Barang

Dari gambar 3.2 dapat dijelaskan tahapan kerja dari sistem kontrol mesin pemisah barang sebagai berikut :

1. Ketika PLC menyala maka semua komponen yang terintegrasi dengan PLC berfungsi.
2. *Push button* merah diaktifkan maka *conveyor* berjalan.
3. Benda yang berukuran kecil berjalan diatas *conveyor* maka sensor *optocoupler* 1 akan mendeteksi dengan memberikan perintah ke pada PLC, untuk memberikan tegangan ke *electrical valve* 1 sehingga silinder selenoid 1 mendorong benda ukuran pendek menyentuh sensor *optocoupler* 4 dan masuk pada tempat pengumpul benda.
4. Benda yang berukuran sedang berjalan diatas *conveyor* maka sensor *optocoupler* 2 akan mendeteksi dengan memberikan perintah ke pada PLC, untuk memberikan tegangan ke *electrical valve* 2 sehingga silinder selenoid 2 mendorong benda ukuran sedang menyentuh sensor *optocoupler* 4 dan masuk pada tempat pengumpul benda.
5. Benda yang berukuran besar berjalan diatas *conveyor* maka sensor *optocoupler* 3 akan mendeteksi dengan memberikan perintah ke pada PLC, untuk memberikan tegangan ke *electrical valve* 3 sehingga silinder selenoid 3 mendorong benda ukuran kecil menyentuh sensor *optocoupler* 4 dan masuk pada tempat pengumpul benda.

6. Setelah benda masuk ke tempat pengumpulan benda sebanyak 5 buah sensor *optocoupler* 4 akan memberikan perintah kepada PLC untuk mengcounter sehingga motor DC bekerja dan menjatuhkan benda-benda tersebut, dan keadaan tersebut terus berulang kali sampai batas waktu yang ditentukan.

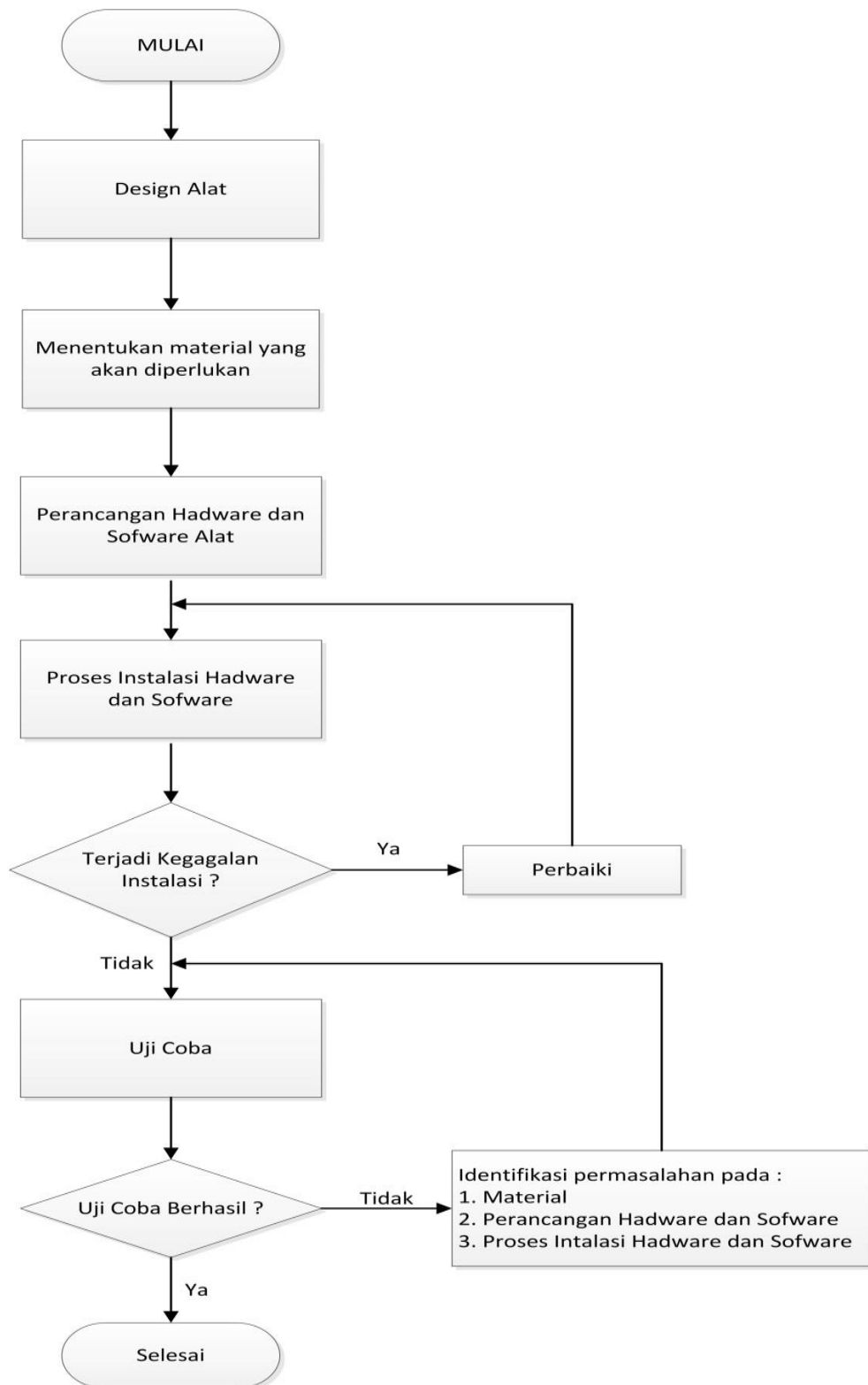
C. Metode Perancangan

Metode yang digunakan dalam perancangan trainer adalah metode rancang bangun yang dilakukan dengan eksperimen. Hasil dari perancangan berupa simulator kontrol mesin pemisah barang dengan komponen *electropneumatic* berbasis *programmable logic controller*.

Tempat perancangan dilaksanakan di Laboratorium Elektronika Dasar Jurusan Pendidikan Teknik Elektro, FPTK, UPI. Penelitian difokuskan pada proses desain, perakitan dan uji coba. Prosedur pembuatan trainer dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Studi Literatur terkait perancangan kontrol mesin pemisah barang dengan komponen *electropneumatic* berbasis *programmable logic controller* sebagai referensi dalam perancangan alat.
2. Tahap perancangan dilakukan dengan melakukan proses desain alat menggunakan perangkat lunak komputer seperti *microsoft visio*, *adobe photoshop*, *festo fluitsim*, *altium* dan perangkat lunak sejenis lainnya, kemudian perakitan alat dengan komponen dan bahan sesuai perencanaan dan deskripsi kerja alat.
3. Tahap perancangan program *ladder* diagram menggunakan perangkat lunak *Cxone-Programmer*. Pembuatan program *ladder* diagram mengacu pada deskripsi kerja kontrol mesin pemisah barang dengan komponen *electropneumatic*.
4. Tahap pengujian kinerja alat mengacu pada tahapan-tahapan kerja pada deskripsi kerja alat.

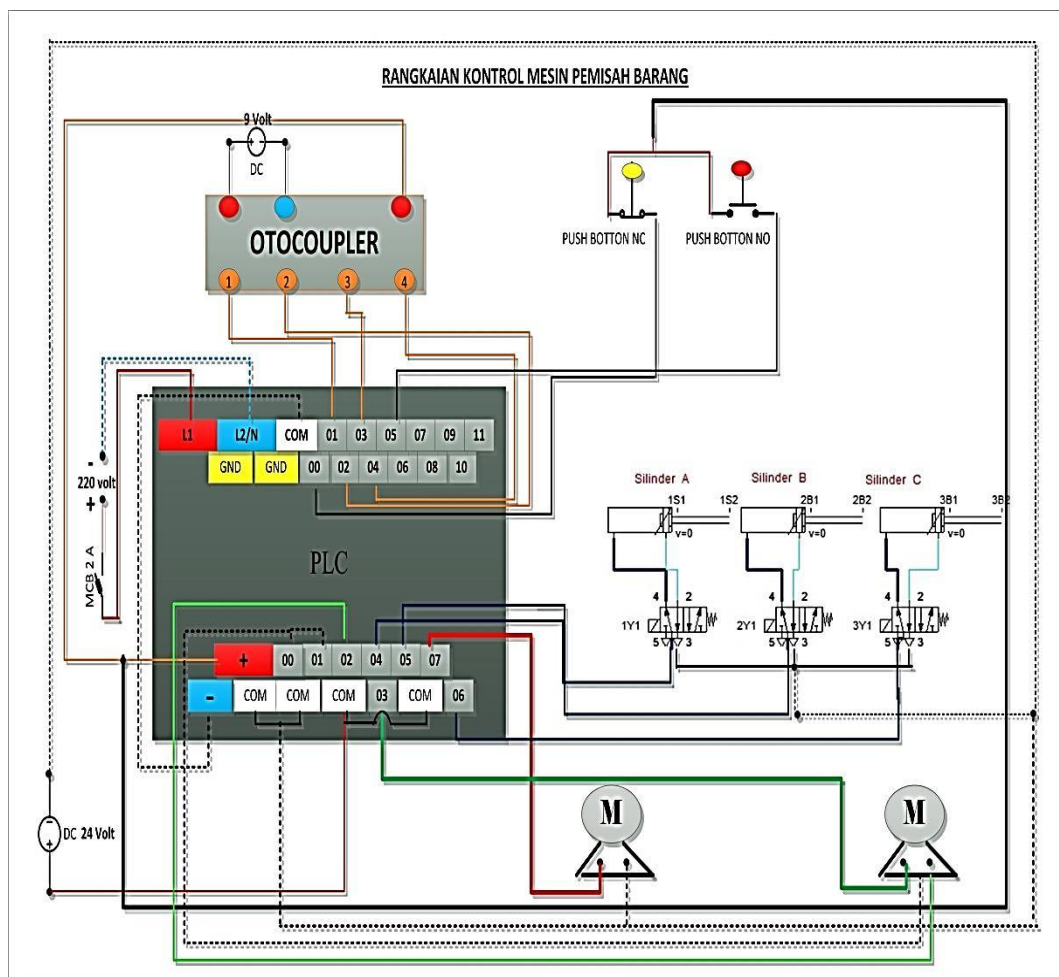
Adapun langkah-langkah dalam perancangan alat *trainer* mengikuti alur diagram alir yang ditunjukkan pada gambar 3.3 sebagai berikut :



Gambar 3.3 Diagram Alir Perancangan Trainer Kontrol Mesin Pemisah Barang

D. Tahap Perancangan Trainer

Secara umum alat kontrol mesin pemisah barang bekerja dengan cara memisahkan barang berdasarkan ukuran. Agar alat bekerja secara otomatis maka seluruh *system* pada mesin pemisah barang diintegrasikan dengan perangkat kendali yaitu PLC. Langkah pertama yang dilakukan dalam perancangan adalah mendesain rangkaian keseluruhan kemudian mengidentifikasi peralatan dan bahan yang digunakan. Perancangan keseluruhan dimaksudkan untuk memperjelas dari tujuan akhir perancangan menjadi sebuah kontrol mesin pemisah barang. Berikut skema rangkaian keseluruhan:



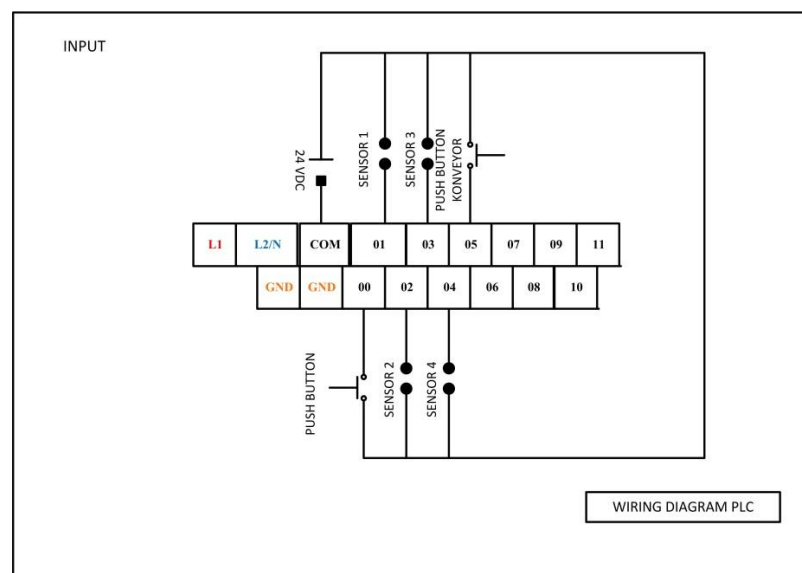
Gambar 3.4 Rangkaian Keseluruhan Kontrol Mesin Pemisah Barang

Setelah pembuatan desain perancangan keseluruhan kemudian dibuatlah desain perancangan masing-masing komponen utama. Berikut desain dan penjelasan setiap komponen, yaitu:

1. Perancangan *Input dan Output Device* PLC Omron CP1L

Pada PLC Omron CP1L perancangan trainer PLC masing-masing komponen dihubungkan ke tiap terminal *input-output* PLC sehingga terlihat *input-output* yang tersedia pada PLC. Berikut gambar rangkaian yang terhubung ke terminal *input-output* PLC :

a. Rangkaian Daya *Input Device* Terhadap Terminal *Input* PLC

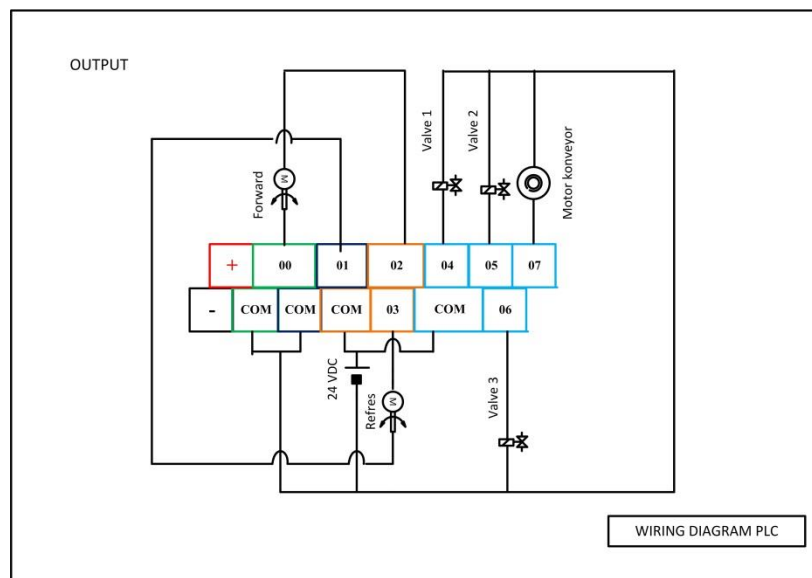


Gambar 3.5 *Wiring Diagram Input* PLC

Dari gambar 3.5 dapat dijelaskan bahwa pada terminal *input* yang digunakan adalah terminal *input number* 00 sampai ke *input number* 05, *input number* 00 dihubungkan ke *input device Push Button* sebagai trigger untuk mematikan seluruh sistem kerja alat, untuk terminal *input number* 01 dihubungkan dengan sensor *optocoupler* 1 yang berfungsi mendeteksi dimensi barang yang berukuran kecil, selanjutnya terminal *input number* 02 dihubungkan dengan sensor *optocoupler* 2 yang berfungsi untuk mendeteksi dimensi barang yang berukuran sedang,

kemudian untuk terminal *input number* 03 berfungsi untuk mendeteksi dimensi barang yang berukuran besar, dan terminal *input number* 04 dihubungkan dengan sensor *optocoupler* 4 yang berfungsi untuk menghitung jumlah barang yang sudah disortir dan juga sebagai trigger untuk menghidupkan *motor dc*, lalu yang terakhir adalah terminal *input number* 05 dihubungkan dengan *input device push button* sebagai trigger untuk menghidupkan *motor dc (conveyor)*.

b. Rangkaian Daya Output Device Terhadap Terminal Output PLC

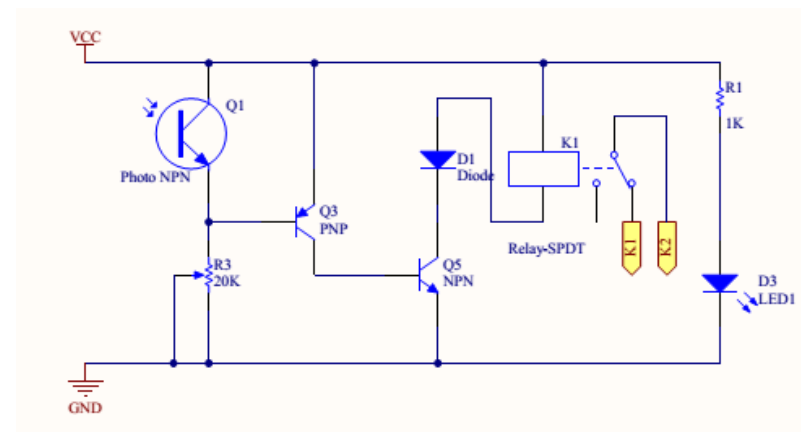


Gambar 3.6 Wiring Diagram Output PLC

Dari gambar 3.6 dapat dijelaskan bahwa pada terminal *output* yang digunakan adalah terminal *output number* 00 sampai ke *output number* 07, dimana pada *output number* 00 dan 01 dihubungkan ke *output device motor dc* dengan arah putaran motor *forward*, lalu pada *output number* 01 dan 03 dihubungkan ke *output device motor motor dc* dengan putaran motor secara *reverse*, selanjutnya pada *output number* 04 dihubungkan ke *device electrical valve* 1 sebagai keran untuk membuka dan menutup saluran udara yang masuk ke silinder 1, selanjutnya pada *ouput number* 05 dihubungkan ke *output device electrical valve* 2 sebagai keran untuk membuka dan menutup saluran udara yang masuk ke silinder 2,

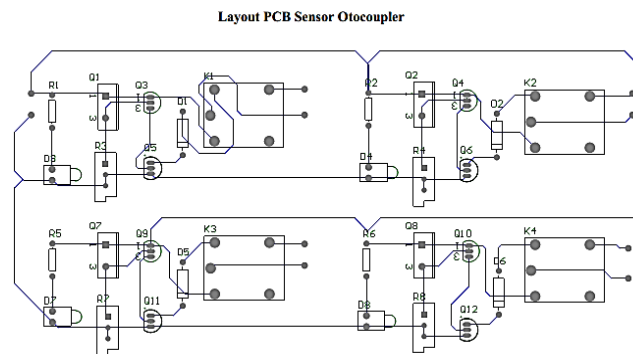
kemudian untuk *output number* 06 dihubungkan ke *output device electrical valve* 3 sebagai keran untuk membuka dan menutup saluran udara yang masuk ke silinder 3, dan yang terakhir adalah terminal *output number* 07 dihubungkan dengan *output device motor dc* sebagai *conveyor* pada mesin sortir barang.

2. Perancangan Rangkaian Sensor *Optocoupler*



Gambar 3.7 Rangkaian Sensor *Optocoupler*

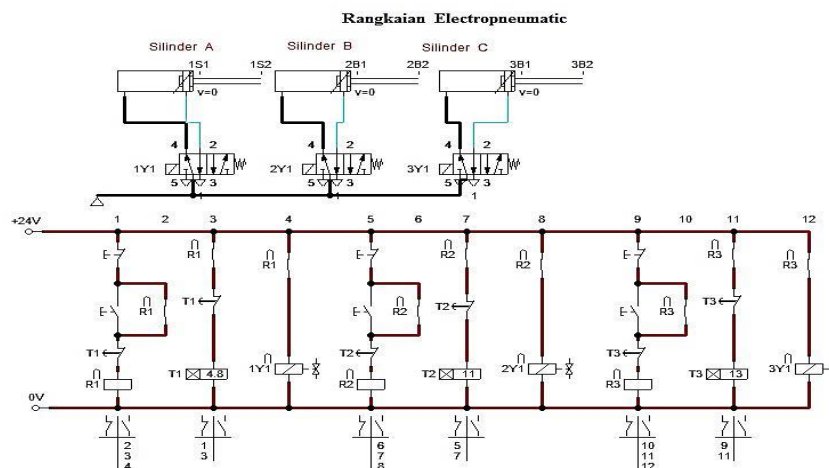
Rangkaian sensor *optocoupler* merupakan piranti elektronika yang berfungsi sebagai pemisah antara rangkaian *power* dengan kontrol. *Optocoupler* merupakan satu jenis komponen yang memanfaatkan sinar sebagai pemicu ON/OFF nya. *Opto* berarti optik dan *coupler* berarti pemicu. Sehingga bisa diartikan bahwa *optocoupler* merupakan suatu komponen yang bekerja berdasarkan pemicu cahaya optik *opto-coupler* termasuk dalam sensor, dimana terdiri dari dua bagian yaitu : *transmitter* (infrared) dan *receiver* (*phototransistor*). Dasar rangkaian dapat ditunjukkan seperti pada gambar 3.7. Pada rangkaian sensor *optocoupler* terdapat 4 sensor *optocoupler* dalam satu rangkaian PCB. Berikut *lay out* PCB sensor *optocoupler* :



Gambar 3.8 Layout PCB Sensor *Optocoupler*

3. Perancangan Instalasi *Electropneumatic*

Komponen *electropneumatic* dalam rangkaian berfungsi sebagai alat mengsortir barang berdasarkan ukuran dengan silinder yang dikontrol oleh PLC OMRON CP1L melalui saluran *electrical valve*. Berikut *design* instalasi kontrol *electropneumatic* yang menjadi bagian dalam perancangan alat kontrol mesin pemisah barang :



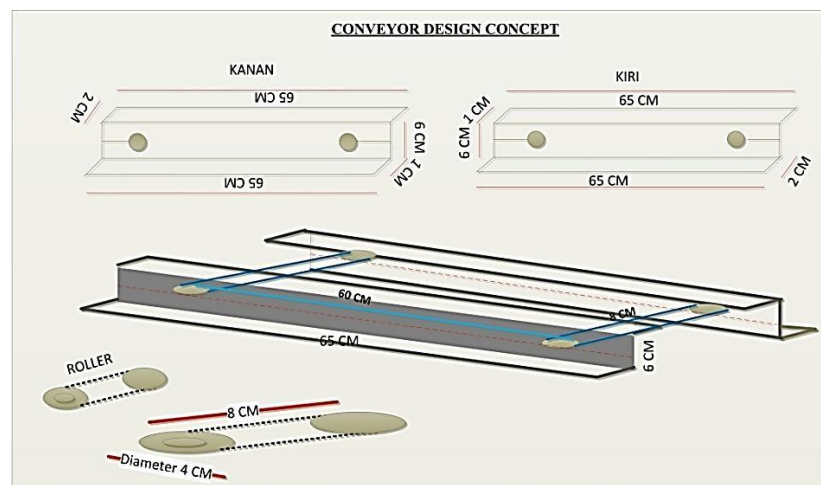
Gambar 3.9 Instalasi *Pneumatic*

Komponen instalasi *electropneumatic* ini terdiri dari 3 buah *double acting cylinder* dengan ukuran SMC 12 x 30 dan 3 buah *electrical valve* 5/2

yang dikontrol oleh PLC selanjutnya komponen pendukung lainnya kompresor dan regulator.

4. Perancangan *Conveyor*

Komponen alat *conveyor* adalah salah satu jenis alat yang berfungsi untuk mengangkat atau memindahkan barang yang berbentuk padat dengan ukuran yang berbeda. *Conveyor* terdiri dari *belt* berbentuk bulat menyerupai sabuk yang diputar oleh motor. Perancangan *trainer* memilih menggunakan *conveyor* sabuk sebagai alat pengangkut karena lebih mudah dibuat dan lebih hemat. Berikut gambar perancangan alat *conveyor*



Gambar 3.10 Desain *conveyor*

Dalam perancangan conveyor dimana *belt conveyor* memiliki Panjang: 120 cm, Lebar: 8 cm, dan *Roll conveyor*: Diameter 4 cm. Kerangka *box* panjang 65cm, lebar 8 cm, tinggi 6 cm. Pada perancangan *conveyor* digunakan motor 24 VDC, 56 rpm, sehingga dapat dihitung kecepatan *conveyor* dengan rumus sebagai berikut :

$$V = \frac{\pi \times D}{t}$$

Keterangan,

V : Kecepatan motor *conveyor* (cm/detik) atau kecepatan *conveyor*

π : 3,14

D : Diameter roll *conveyor* (cm)

t : Waktu satu putaran motor (detik)

Sehingga kecepatan putaran *conveyor* adalah :

$$V = \frac{\pi \times D}{t} = \frac{3,14 \times 5,6}{1,2} = 14,6 \text{ rpm}$$

Dari hasil perhitungan kecepatan putaran *conveyor* maka akan mengetahui hasil waktu yang dibutuhkan, dimana jarak sensor 1 ke silinder *pneumatic* 1 adalah 25 cm, jarak sensor 2 ke silinder *pneumatic* 2 adalah 28 cm, dan jarak sensor 3 ke silinder *pneumatic* 3 adalah 30 cm dengan rumus sebagai berikut :

- a. Perhitungan lamanya waktu dideteksi oleh sensor 1 ke silinder *pneumatic* 1 dengan jarak 25 cm :

$$t = \frac{25 \text{ cm}}{14,6 \text{ cm/detik}} = 1,7 \text{ detik}$$

- b. Perhitungan lamanya waktu dideteksi oleh sensor 2 ke silinder *pneumatic* 2 dengan jarak 28 cm :

$$t = \frac{28 \text{ cm}}{14,6 \text{ cm/detik}} = 1,9 \text{ detik}$$

- c. Perhitungan lamanya waktu dideteksi oleh sensor 3 ke silinder *pneumatic* 3 dengan jarak 30 cm :

$$t = \frac{30 \text{ cm}}{14,6 \text{ cm/detik}} = 2,01 \text{ detik}$$

Hasil dari perhitungan nantinya akan disetting dalam fungsi *timer* pada program *ladder* diagram PLC.

Belt conveyor menggunakan bahan khusus yang terbuat dari bahan karet dengan ukuran panjang 120 cm dan lebar 8 cm, rangka dibuat dari bahan aluminium yang berukuran panjang 65 cm dan lebar 9 cm, motor DC menggunakan motor *gear* dengan tegangan kerja 24 VDC 1,6 A. Berikut gambar hasil perancangan dari *conveyor* :

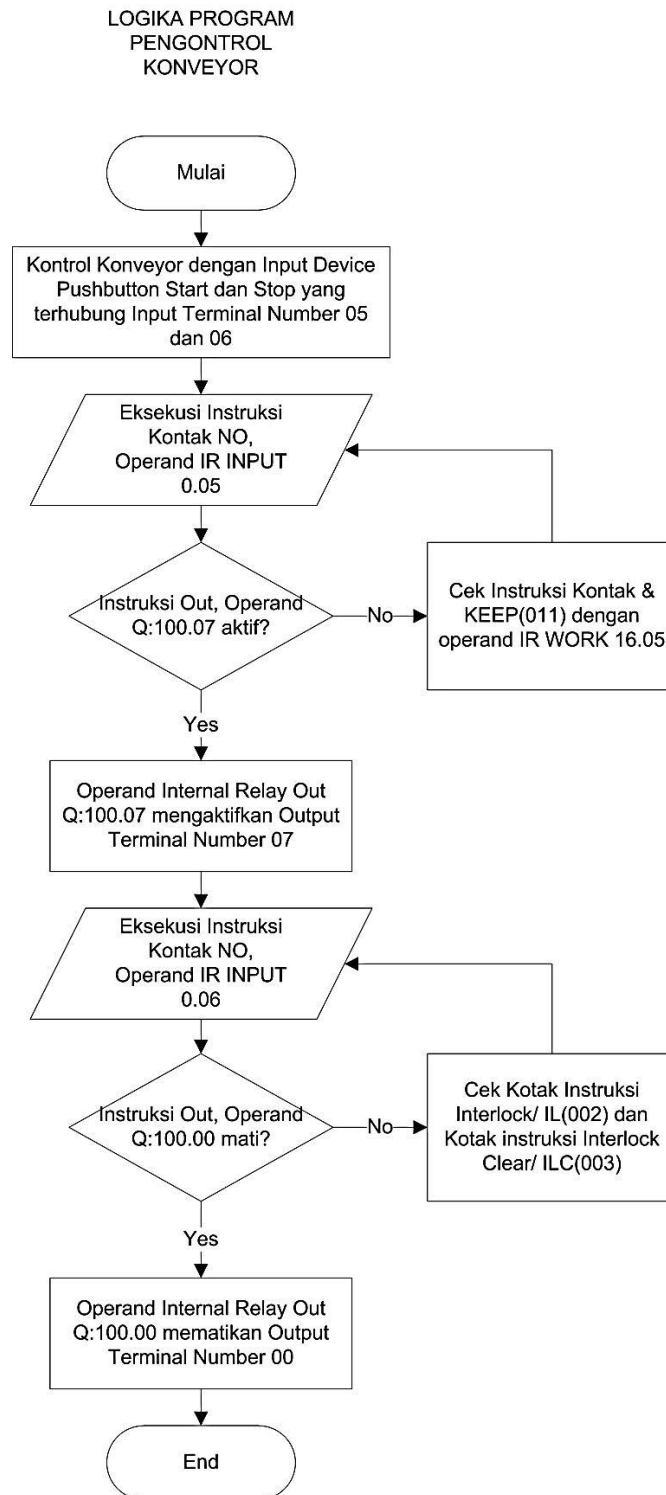
Gambar 3.11 *Real Conveyor*

E. Perancangan *Ladder Diagram*

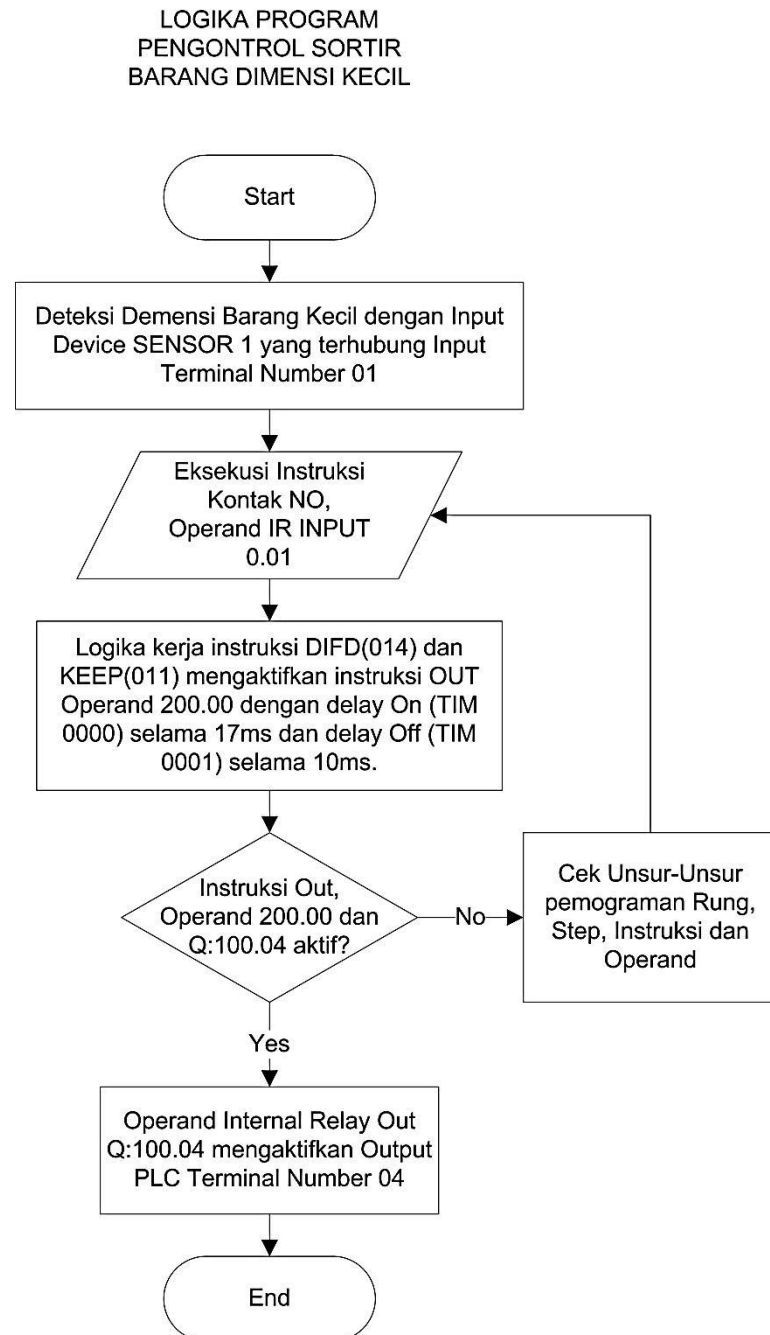
Ladder diagram atau diagram satu garis adalah satu cara untuk menggambarkan proses kontrol. Diagram merepresentasikan interkoneksi antara intruksi *input* dengan intruksi *output* dan terdapat simbol-simbol kontak yang diberikan pengalamatan *input* seperti sensor, dan *push button*. Dalam kondisi *On* kontak-kontak tersebut akan memberikan instruksi pada *coil* yang diberi pengalamatan *output* ke komponen *electrical valve* dan *motor DC*.

Pada program *ladder* juga terdapat *work area* dengan simbol kontak-kontak yang diberikan pengalamatan 16.00 sampai dengan 17.02. *Work area* berfungsi untuk mengendalikan setiap instruksi *input* yang diinginkan terhadap *output*. Kemudian pada program *ladder* diagram kontrol mesin pemisah barang terdapat kotak intruksi *Differential down* (*DIFDOWN*) sebagai trigger dalam satu siklus untuk mengaktifkan kontak intruksi *KEEP*, selanjutnya terdapat pula intruksi *timer* dan *counter* sebagai *delay* waktu dan penghitung, intruksi tambahan lainnya adalah *interlock* (*IL*) dan *interlock clear* (*ILC*) untuk mengaktifkan program diantaranya.

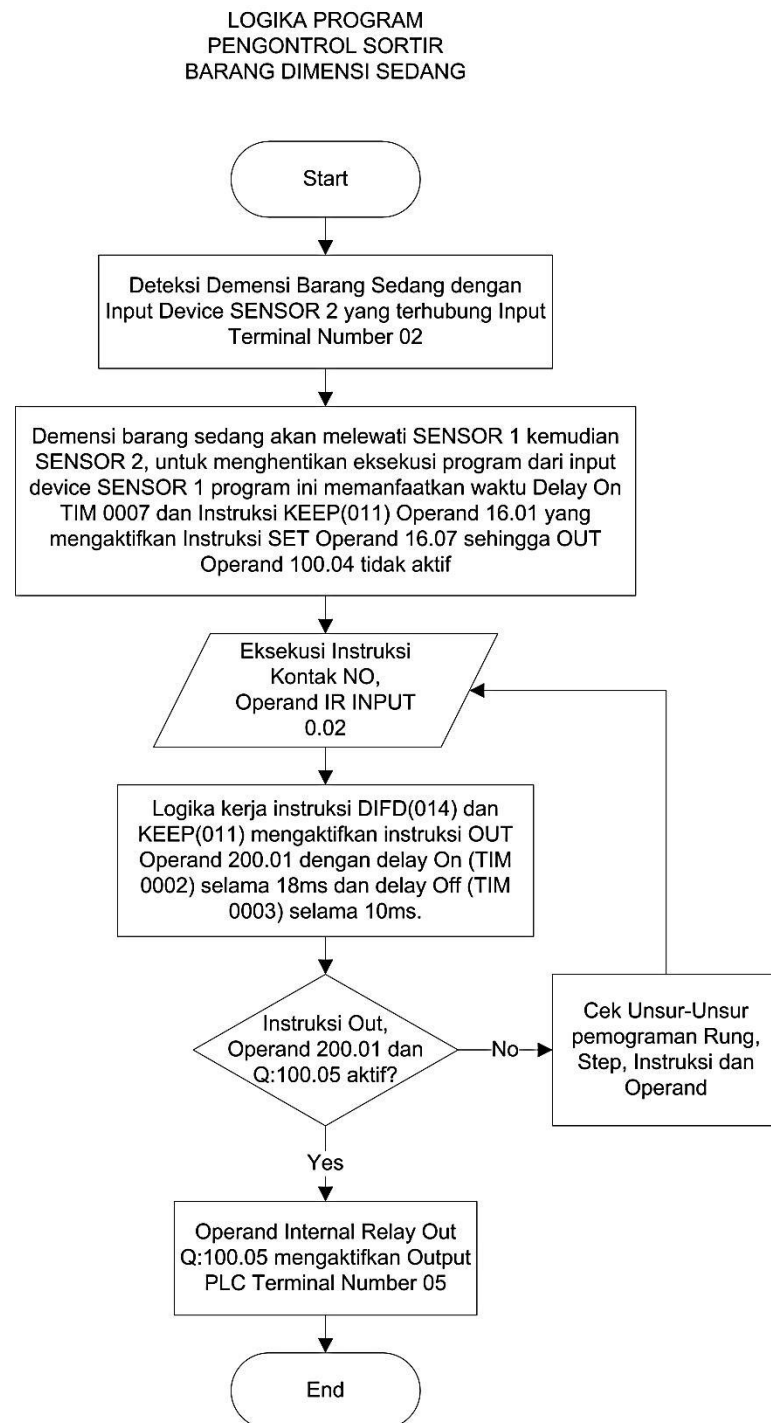
Dalam perancangan program diagram *ladder* pada alat kontrol mesin pemisah barang meliputi logika program pengontrol *conveyor*, pengontrol sortir barang dimensi kecil, sedang, besar, serta program pengontrol penghitung barang. Berikut diagram alir dari program *ladder* yang telah dirancang dan untuk program *ladder* itu sendiri terdapat pada bagian Lampiran :



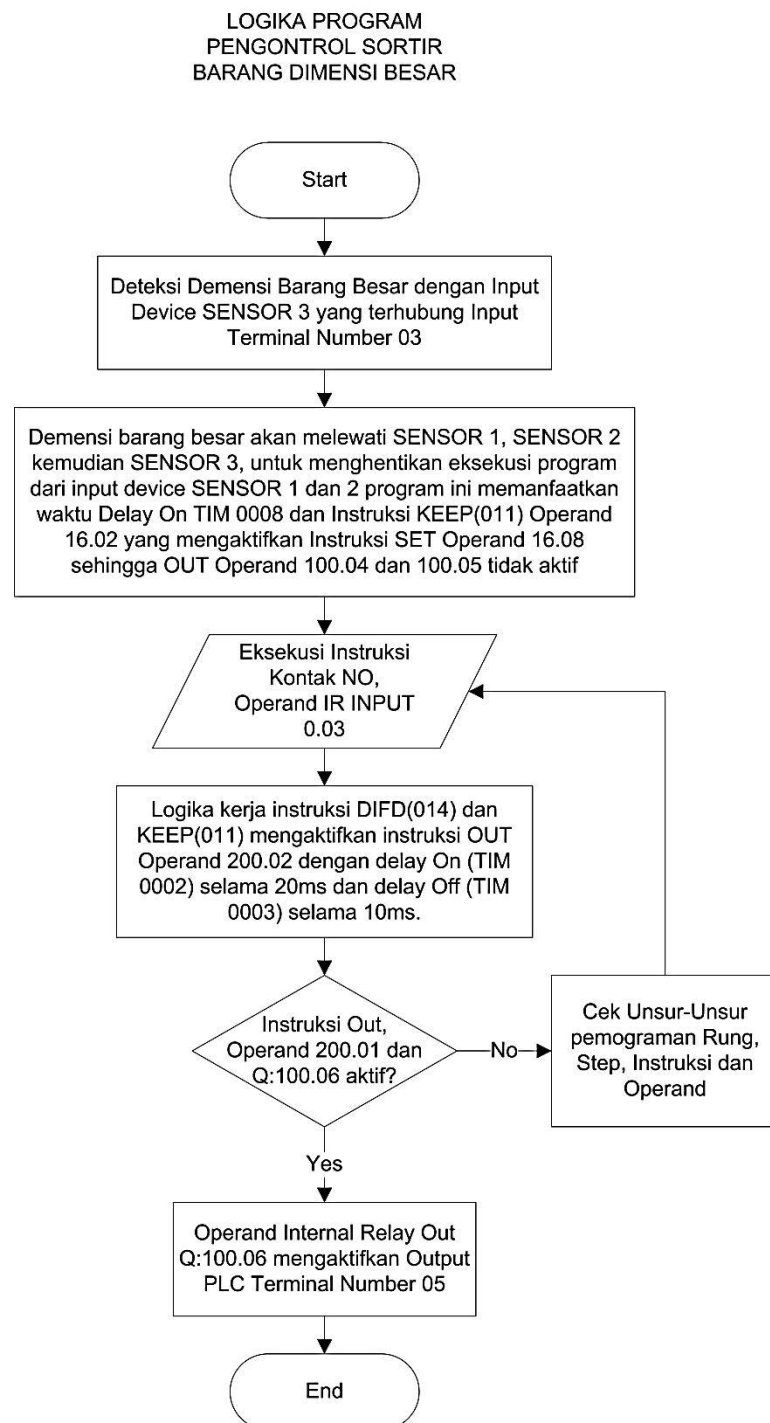
Gambar 3.12 Diagram Alir Program Kontrol *Conveyor*



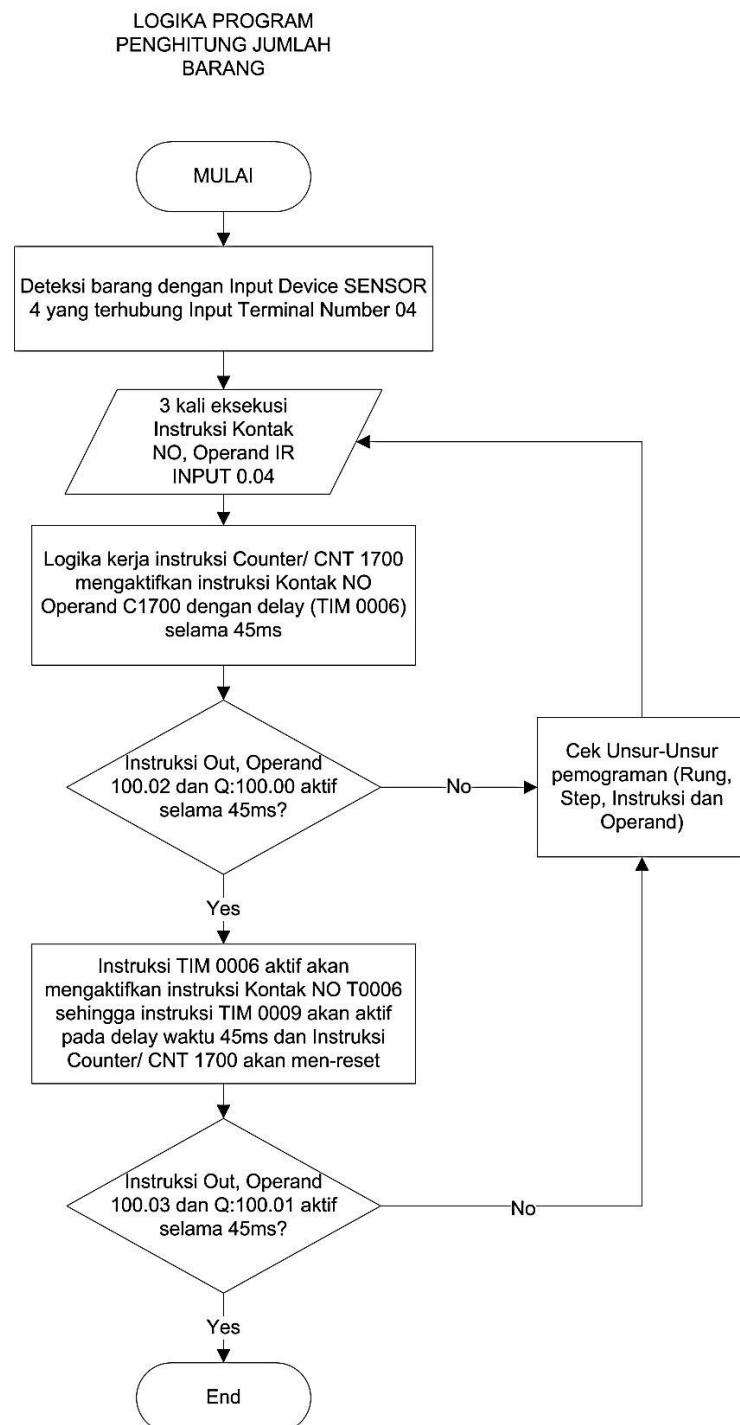
Gambar 3.13 Diagram Alir Program Kontrol Sortir Barang Demensi Kecil



Gambar 3.14 Diagram Alir Program Kontrol Sortir Barang Dimensi Sedang



Gambar 3.15 Diagram Alir Program Kontrol Sortir Barang Demensi Besar



Gambar 3.16 Diagram Alir Program Perhitungan Jumlah Barang

F. Material dan Spesifikasi Trainer

Berdasarkan perancangan trainer yang dibuat peneliti mengidentifikasi bahan dan alat yang digunakan dalam perancangan alat. Berikut daftar tabel alat dan bahan beserta spesifikasinya :

Tabel 3.1 Peralatan dan bahan yang digunakan dalam perakitan trainer

Alat dan Bahan Umum		
NO	Nama Peralatan	Spesifikasi
1	PLC	CP1L 20 I/O
2	Laptop	Acer i3 Core
3	Acrilyc	1 m ² , tebal 5 mm
4	Plat Alumunium	Panjang : 2 m, Lebar : 0,09 m, Tebal : 2 mm
5	Rel Alumunium	Panjang : 2 m, Lebar : 0,04 m, Tebal : 2 mm
6	Rel Siku	3 m
7	Batang Alumunium	Panjang : 20 cm, Diameter : 4 cm
8	Belt Conveyor	Panjang : 120 cm, Lebar : 8 cm, Tebal : 2 mm
9	Regulator	SMC
10	Cylinder selenoid	SMC 12 x 30 (3 Buah)
11	Selang Selenoid	Panjang : 2 m, Diameter 0,4 mm
12	Filter Selenoid	SMC
13	Busbar	2 Buah
14	MCB	2 A (1 Buah)
15	Scun	1 Set
16	Kabel Pelangi	4 m
17	Adaftor	2 Buah : 24 volt, 12 volt
18	Kompressor	1 buah
INPUT		
NO	Nama Peralatan	Spesifikasi
1	Push Botton	2 Buah

2	Sensor Optocoupler	• Phototransistor (4 Buah)
		• Infra Red (4 Buah)
		• Relay 5VDC/24VDC (4 Buah)
		• Resistor 1 kΩ (4 Buah)
		• Dioda (4 buah)
		• Transitor BC 547 dan BC 548 (4 buah)
		• Potensio 20 k (4 Buah)
OUTPUT		
NO	Nama Peralatan	Spesifikasi
1	Motor 24 VDC	2 Buah
2	Solenoid Valve	SMC 24 VDC (3 Buah)